

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

**Procesní a datová analýza procesů „zpracování plné krve a  
krevních složek, sklad plasmy pro zpracovatele“ krevního  
centra s využitím RFID technologie**

Logistic and Data Analysis of the Production Part of the Blood  
Transfusion Station using of RFID: The Section of Processing of the  
Blood a Blood Components, Depot of Plasma for Contractors

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

## Zadání bakalářské práce

Student: **Zdeněk Smelík**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3901R039 Biomedicínský technik  
Téma: Procesní a datová analýza procesů „zpracování plné krve a krevních složek, sklad plasmy pro zpracovatele“ krevního centra s využitím RFID technologie  
Logistic and Data Analysis of the Production Part of the Blood Transfusion Station using of RFID: The Section of Processing of the Blood a Blood Components, Depot of Plasma for Contractors

Zásady pro vypracování:

1. Analýza typů datových údajů vznikajících při administrativních a organizačních procesech probíhajících ve výrobní části krevního centra.
2. Analýza a návrh možností vhodného použití technologie RFID pro realizaci požadavků uživatele.
3. Analýza dat vznikajících při realizaci funkcí v této části i vyžadovaná z IS pro plnění aktivit v tomto úseku KC.
4. Zpracování výsledků analýzy ve formě textového popisu a s použitím diagramů UML.
5. Zhodnocení poznatků získaných při práci na BP.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] ČERNOHORSKÁ, Vendula. *Použití technologie RFID v provozu transfúzní stanice FN Ostrava*. Ostrava, 2011. Diplomová práce. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra měřicí a řídící techniky.
- [2] ČERNOHORSKÝ, Jindřich a Ondřej KREJCAR. *Systémy řízení a monitorování*. 1.vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007. 56 s. ISBN 978-80-248-1612-8.
- [3] KANISOVÁ, Hana a Miroslav MÜLLER, M. *UML srozumitelně*. Praha: Computer Press, 2006. 176 s. ISBN 9788025110836.
- [4] MACŮREK, Filip. Radiofrekvenční identifikace RFID a její použití v automatizaci a logistice. *Automa*. 2005, roč. 11, č. 8-9. ISSN 1210-9592.
- [5] UNUCKA, Jakub. *Automatická identifikace pomocí RFID technologie, včetně praktických příkladů v průmyslové logistice*. Gaben, spol. s.r.o., 2008.
- [6] Firemní technická dokumentace pro oblast identifikačních systémů firmy Gaben.
- [7]. Firemní technická dokumentace pro automatické identifikace (RFID) z RFID portalu provozovaném firmou Project Invest, s.r.o.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Jindřich Černohorský, CSc.**

Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2014



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
*děkan fakulty*

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Datum odevzdání: 07. 05. 2014



Zdeněk Smelík

## **Poděkování**

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. RNDr. Jindřichu Černohorskému, CSc. za velkou ochotu, pochopení, trpělivost a hlavně za jeho neocenitelné rady při psaní této bakalářské práce.

Taktéž bych chtěl poděkovat paní Ing. Dagmar Valové za to, že mi vždy s ochotou a úsměvem pomáhala s poznáváním celého krevního centra FN Ostrava. Bez ní bych těžko pochopil fungování tak složitého a propojeného pracoviště.

Nesmím však zapomenout na svou rodinu, která vždy při mně stála a podporovala mé studium vysoké školy. Tímto Vám chci všem poděkovat.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce pojednává o přidání RFID technologie do provozu Krevního centra Fakultní nemocnice Ostrava. Začlenění technologie RFID musí předcházet nejprve analýza současného stavu, hlavně části zpracování plné krve, krevních složek a skladu plasmy pro zpracovatele. Analýza byla prováděna reálně v krevním centru FN v Ostravě.

V analýze byly použity UML diagramy (diagramy činností), které byly zpracovány v programu Enterprise Architect.

## **Klíčová slova**

Krev, krevní centrum, krevní konzerva, UML, diagram, RFID (radiofrekvenční identifikace)

## **Abstract**

This bachelor work deals with adding RFID technology to service of the Blood centre of the University hospital Ostrava. An integration of the RFID technology must first be preceded by an analysis of the current state, most importantly the part of the whole blood processing, blood components and storing plasma for processors. The analysis was performed realistically at the Blood centre of the University hospital in Ostrava. In the analysis, UML diagrams (activity diagrams) were used. They have been processed in the Enterprise architect programme.

## **Keywords**

Blood, blood center, blood can, UML, diagram, RFID (Radio Frequency Identification)

## Seznam použitých zkratek

<b>EAD</b>	Erytrocyty z aferézy deleukotizované
<b>EAR</b>	Erytrocyty z aferézy resuspendované
<b>EBR</b>	Erytrocyty bez buffy-coatu resuspendované
<b>ERD</b>	Erytrocyty nesuspendované deleukotizované
<b>ERDP</b>	Erytrocyty resuspendované deleukotizované promyté
<b>FNO</b>	Fakultní nemocnice Ostrava
<b>ID</b>	Identifikace
<b>IS</b>	Informační systém
<b>KC</b>	Krevní centrum
<b>KK</b>	Krevní konzerva/y
<b>KP</b>	Krevní plasma
<b>KRYOS</b>	Kryoprotein směsný
<b>KS</b>	Krevní skupina/y
<b>KV</b>	Krevní vzorek
<b>P</b>	Plasma
<b>PA</b>	Plasma z aferézy
<b>PD</b>	Plasma deleukotizované
<b>PK</b>	Plná krev
<b>RFID</b>	Radiofrekvenční identifikace
<b>RPK</b>	Rekonstituovaná plná krev
<b>TAD</b>	Trombocyty z aferézy deleukotizované
<b>VF</b>	Vysokofrekvenční

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Krev .....</b>	<b>2</b>
2.1 Anatomie krve.....	2
2.2 Krevní skupiny .....	3
2.2.1 Krevní skupiny - ABO systém .....	4
2.2.2 Rh faktor.....	4
2.3 Krevní transfuze .....	5
2.3.1 Pravidla aplikace krevních skupin (ABO, Rh).....	6
2.3.2 Možnost transfuze plasmy.....	7
2.3.3 Krevní konzerva .....	7
<b>3 Úvod do RFID technologie .....</b>	<b>9</b>
3.1 RFID čip.....	10
3.1.1 Rozdělení tagů.....	11
3.1.2 Porovnání pasivních a aktivních tagů.....	12
3.3 RFID čtečka .....	13
3.4 Vhodná RFID technologie pro KC .....	14
3.4.1 Vhodné tagy .....	14
3.4.2 Vhodné čtečky.....	15
<b>4 Analýzy.....</b>	<b>16</b>
4.1 Procesní analýza.....	16
4.2 Datová analýza.....	16
<b>5 Jazyk UML .....</b>	<b>17</b>
5.1 Diagramy pro modelování struktur .....	18
5.1.2 Diagram tříd .....	18
5.2 Diagramy pro modelování chování.....	20
5.2.1 Diagram aktivit.....	20
<b>6 Krevní centrum .....</b>	<b>22</b>
6.1 Druhy odběrů .....	22
6.1.1 Průběh darování.....	23
6.2 Podmínky dárcovství.....	23



6.3 Externí zpracovatelé.....	24
6.3.1 Firma Baxter.....	24
6.3.2 Firma Grifols.....	24
<b>7 Analýza krevního centra.....</b>	<b>25</b>
7.1 Rozdělení krevního centra.....	25
7.2 Procesní a datová analýza úseku výroby.....	26
7.2.1 Odpočinek .....	27
7.2.2 Centrifugace .....	28
7.2.3 Filtrace.....	28
7.2.4 Separace .....	29
7.2.5 Vytvoření vzorků.....	30
7.2.6 Vytvoření segmentů .....	31
7.2.7 Smíchání obsahu vaků.....	31
7.2.8 Rozplnění .....	31
7.2.9 Promytí.....	32
7.2.10 Vážení .....	32
7.2.11 Třepačka.....	33
7.2.12 Mezisklad .....	34
7.2.13 Štítkování .....	34
7.2.14 Zamrazení.....	35
7.2.15 Kompletace zásilek .....	36
7.2.16 Expedice .....	38
7.2.17 Spalovna.....	38
7.2.18 Sklad karanténa .....	39
7.2.19 Sklad zásilek.....	40
<b>8 Závěr.....</b>	<b>42</b>
<b>Zdroje.....</b>	<b>43</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>45</b>

# 1 Úvod

V současnosti se pro identifikaci všech transfuzních přípravků a odběrů v Krevním centru FN Ostrava, dále jen KC, využívá zpravidla čárových kódů. Také ve světě je tato identifikace hojně využívána a RFID metoda se přes své nesporné kvality využívá jen minimálně.

Pokud se však podíváme na metodu čárových kódů, zjistíme, že obsahuje určité nedostatky, a ne vždy můžeme číst a zapisovat všechny děje, které se v průběhu provozu vyskytnou. Například nelze přesně zaznamenat časový úsek a teplotu, ve které se krevní konzerva vyskytovala, při každé změně údajů je nutno vytisknout nový štítek, údaje nelze načítat hromadně a další.

Nová technologie RFID umožňuje kvalitnější a rychlejší evidenci výroby, skladování a distribuce, dává možnost sledování cesty výrobku a manipulace s ním. Zároveň poskytuje přehled o efektivitě procesů a vytíženosti zaměstnanců, což vede ke zvýšení bezpečnosti práce. Pomocí této technologie lze omezit přístup k datům, čímž se zvýší zabezpečení a zamezí se chybným zápisům.

Cílem této práce je blíže objasnit princip fungování technologie RFID, nastínit její výhody a přínos pro využití v praxi. Porovnání dosavadní technologie čárových kódů s technologií RFID by mohlo vést k vytvoření podkladů vedoucích k doplnění nebo nahrazení stávajících postupů využívajících čárových kódů novou technologií.

Základem je seznámení se s jednotlivými úseky provozu Krevního centra Fakultní nemocnice Ostrava. Vzhledem k zadání práce jsem se zaměřil na úsek výroby, kde dochází ke zpracování plné krve a krevních derivátů. Na základě analýzy procesů a dat vznikajících uvnitř úseku výroby je možno navrhnout zavedení technologie radiofrekvenční identifikace do daného provozu.

## 2 Krev

Krev je jedna z nejdůležitějších tekutin v našem těle. Můžeme ji specifikovat jako červenou viskózní cirkulující kapalinu. Tvoří 9 - 10% naší celkové tělesné hmotnosti a její objem je přibližně 4,5 - 6 litrů, kdy ženy mají o 10% menší objem oproti mužům. Ztráta 1,5 litru krve už ohrožuje člověka na životě.

### Úkolem krve je:

- a) doprava speciálních látek (hormonů, vitamínů, živin)
- b) zajištění transportu kyslíku z plic do tkání a zpátky
- c) termoregulace (zrychlení průtoku), zajištění imunity (bílé krvinky)
- d) udržení stálosti vnitřního prostředí, tzv. homeostázy

### 2.1 Anatomie krve

#### Červené krvinky – erytrocyty

Jsou neprůhledné, bezjaderné buňky bez organel (buněčné struktury obsahující specifickou funkci), jejichž úkolem je udržení stálého pH v krvi a transport dýchacích plynů – kyslík z plic do tkání a oxid uhličitý z tkání do plic, kde dojde k jeho vyloučení.

V krvi jsou erytrocyty nejpočetnější tělíska. Jejich červená barva je způsobena červeným barvivem - hemoglobinem, což je bílkovina, která je brána jako dýchací pigment (navazuje na sebe kyslík). Životnost erytrocytů je okolo 120 dní. [1]

#### Bílé krvinky – leukocyty

Bílé krvinky neboli leukocyty jsou průhledné buňky s jádrem. Jejich úkolem je zajistit imunitu našeho organismu. Dokáží pohlcovat cizorodé látky – **fagocytóza**. Mohou měnit svůj tvar a tak procházet mezi buňkami kapilární stěnou – améboidní pohyb a jsou schopny přilnout na jakýkoli povrch. Také jsou přitahovány chemickými látkami – pozitivní chemotaxe, díky čemuž dokážou nalézt cizorodý organismus. Počet leukocytů je okolo  $4 - 9 \times 10^9/l$ , přičemž jejich počet je kolísavý (např. ovlivněn celkovou námahou organismu).

Leukocyty můžeme rozdělit podle jejich vlastností a funkcí. Máme leukocyty, které se starají o obranu před cizorodými látkami – **granulocyty** a leukocyty, které mají za úkol tvořit protilátky a zajistit imunitu proti cizorodým buňkám – **agranulocyty**. [1]

## Krevní destičky – trombocyty

Trombocyty jsou nejmenší bezjaderné buňky s hrubým okrajem. Podílejí se na srážení krve. Vznikají v kostní dřeni a jejich životnost je 12 dní jejich počet je okolo  $120 - 400 \times 10^3 / \text{mm}^3$ . Plní dvě funkce. Primární a sekundární agregaci. V primární agregaci – trombocyty se váží na kolagen, který je obnažen při poranění cévy. Zde se trombocyty shlukují a vytváří bílý trombus (zátku)

V sekundární agregaci – trombocyty uvolňují své granule, což vede ke zpevnění destiček a tvoří se červený trombus (konečná krevní sraženina). [1]

## Krevní plasma

Krevní plasmu můžeme popsat jako nažloutlou tekutinu vytvářející prostředí pro ostatní buňky a zajišťující přísun živin a odvod zplodin metabolismu. Krevní plasma, dále jen KP, je důležitá pro udržení acidobazické a osmotické rovnováhy. Hlavní složka KP je voda, která tvoří 90% objemu, dále pak organické látky - plasmatické bílkoviny 8%, hormony, enzymy a živiny 2% a nakonec anorganické látky - anorganické soli 0,9%, fyziologický roztok 0,1%.

Nejdůležitějšími bílkovinami jsou **albuminy**, **globuliny**, **fibrinogen** (důležitý při srážlivosti krve). Při poklesu hladiny bílkovin v plasmě se z krevního řečiště uvolňuje příliš vody, což vede ke tvorbě otoků. [2]



Obr. 1 Zmražená plasma

## 2.2 Krevní skupiny

Krevní skupina je definována jako struktura povrchové části membrány červené krvinky. Mezi dvě nejdůležitější krevní skupiny patří skupina AB0 a Rh faktor. KS lze určit pomocí antigenů na povrchu erytrocytů. Tyto antigeny jsou tvořeny buď jen čistě bílkovinami, nebo bílkovinami

s polysacharidy. Pokud k organismu proniknou krvinky bez těchto znaků, začne organismus tvořit protilátky. Krevní transfúze neshodné krevní skupiny by vedla k imunologické reakci, shlukování a rozpadu červených krvinek darované krve. Z toho vyplývá, že darovaná krev by byla organismem odmítnuta a výsledné chemické reakce by mohly vést až k akutním zdravotním problémům či smrti. [2]

## 2.2.1 Krevní skupiny - AB0 systém

Pro dělení krve do skupin je nejdůležitější tzv. systém AB0. Podle přítomnosti antigenů (aglutinogenů) A a B je rozlišována lidská krev. Pro každou skupinu je charakteristické určit kombinace protilátek (aglutininů) vůči chybějícím antigenům:

- krev typu A, která obsahuje antigen A a protilátky anti-B
- krev typu B, která obsahuje antigen B a protilátky anti-A
- krev typu AB, která obsahuje antigeny A i B a neobsahuje protilátky anti-A ani anti-B
- krev typu 0, která neobsahuje antigeny A ani B a obsahuje protilátky anti-A i anti-B

Nejrozšířenější je krevní typ 0, ale v některých oblastech je nejběžnější typ A. Jedná se například o Švédsko a Norsko, ale také o Českou republiku. Nejméně se vyskytuje typ AB. Uvádí se tento podíl krevních skupin: 45 % populace má skupinu A, 30–35 % skupinu 0, 15–20 % skupinu B a 5–7 % populace má krevní skupinu AB.

Proč lidský organismus vytváří protilátky k antigenu, se kterým se nikdy nesetkal, není zatím vědecky popsáno. Předpokládá se, že určité bakteriální antigeny jsou stejné u glykoproteinů A i B a protilátky vytvořené proti těmto bakteriím reagují s krví cizího typu.

Výskyt antigenu AB0 se neomezuje pouze na červené krvinky, ale lze jej nalézt také v jiných tkáních, například játrech, ledvinách a plicích. Mimo jiné také ovlivňují krvácení a srážení krve. [2]

## 2.2.2 Rh faktor

Druhý podstatný krevní typ, který rozlišuje krev podle tzv. Rhesus faktoru (zkráceně Rh faktoru) byl popsán Karlem Landsteinerem a Alexanderem Wienerem roku 1940. Rh faktor je pojmenován podle makaků *Macaca mulatta* (anglicky Rhesus Macaque), u kterých jej Landsteiner a Wiener objevili.

Rh faktor je zapříčiněn skupinou zhruba 40 antigenů, ale nejvýznamnějších je pět antigenů uložených na třech genech:

- antigen C: genotypy CC nebo Cc
- antigen c: genotyp cc
- antigen D: genotypy DD nebo Dd
- antigen E: genotypy EE nebo Ee
- antigen e: genotyp ee

Nejsilnější je antigen D. Pokud je tento antigen přítomen na povrchu červených krvinek, je krev označována jako Rh+, v opačném případě pak Rh-. Nejčastěji je označení Rh faktoru spojeno s typem AB0 a zapisuje se např. jako A-. Lidé s krví bez antigenu D nemohou přijímat krev Rh+, protože by si proti antigenu D vytvořili protilátky a došlo by k hemolytické reakci.

Reakce na přítomnost antigenu D je příčinou tzv. hemolytické nemoci novorozenců. Ta se může projevit v těle matky s krví Rh-, která již porodila dítě s Rh+ nebo obdržela transfuzi krve Rh+. V jejím těle jsou již vytvořeny protilátky anti-D, které mohou napadnout nový plod. Dříve docházelo k úmrtím dalších dětí, dnes tato situace řeší velice jednoduše injekčním podáním antiglobulinu matce po porodu. Děti s Rh+ narozené matce s Rh- již nejsou ohroženy, mají po porodu pouze drobnější komplikace, např. novorozeneckou žloutenku. [2]

## 2.3 Krevní transfuze

Jedná se děj, při kterém je příjemci aplikována krev od dárce. Tento proces se používá ve chvíli, kdy příjemce utrpěl ztrátu krve, způsobenou např. traumatem či chirurgickou operací, nebo byla jeho krevtvorba omezena nemocí a příjemce není tudíž schopen ztrátu nebo znehodnocení krve nahradit. V dnešní době se však příjemci nepodává jen plná krev.

Používají se transfuzní přípravky:

- erykoncentrát (červené krvinky)
- plasma neboli čerstvě zmražená krevní plasma
- krevní destičky

(tyto 3 frakce lze získat z plné krve centrifugací)

- albumin - plasmatická bílkovina
- kryoprecipitát (připravuje se z krevní plasmy kryoprecipitací – t.j. „vymrznutím“ – některých proteinů; obsahuje vyšší hladinu f. VIII, fibrinogen, von Willebrandův faktor, f. XIII; možné použití např. při hemofilii, von Willebrandově chorobě, hypofibrinogémii),
- koncentráty srážecích faktorů
- koncentrát fibrinogenu (pomáhá při srážlivosti krve)
- imunoglobuliny (protilátky)

[3]

Důležité je dbát na krevní kompatibilitu příjemce a dárce, jinak by mohlo dojít ke zdravotním komplikacím u příjemce.

## Druhy transfuzí a jejich aplikace

Je známo pět druhů transfuzí:

- **Přímá transfuze** – krev, která je odebraná dárci, je okamžitě aplikovaná příjemci. Tato metoda se používala v minulosti a dnes se již nepoužívá, hlavně kvůli možným zdravotním rizikům, které může tato krev přinést příjemci.
- **Nepřímá transfuze** – krev je aplikována příjemci z tzv. krevních konzerv. Výhodou je možnost zpracování plné krve na transfuzní přípravek. Oddělením jednotlivých složek krve se získají produkty lépe využitelné pro řešení specifických problémů pacienta. Tato metoda se využívá od roku 1916
- **Přetlaková transfuze** – při nutnosti užít rychlé transfuze, a to za pomoci podtlaku. Využívá se přetlakové manžety, kdy je krev příjemci podávána přes dva žilní vstupy.
- **Exangvinační transfuze** – příjemci je zcela nahrazena krev krví dárce. [4]
- **Autotransfuze** – krev pochází z příjemcova vlastního odběru. Ta je odebírána před plánovaným operačním výkonem k nahrazení případné ztráty krve a můžeme ji rozdělit na tři druhy. Nejčastěji využívaná je předoperační transfúze, kdy je krev odebrána 5-7 dní před zákrokem. Druhá v pořadí je akutní předoperační transfúze, kdy je krev odebrána těsně před zákrokem a úbytek krve se nahradí plasmou nebo náhradními roztoky. Poslední je transfúze peroperační, kdy je krev odsávána přímo z krvácející rány a pomocí přístrojů „cell saver“ se vyčištěná krev vrací zpět do pacienta. [5]

### 2.3.1 Pravidla aplikace krevních skupin (ABO, Rh)

Je životně důležité použít při transfuzi pouze tu krevní skupinu, která příjemce neohroží. Povolené kombinace krve dárce a příjemce jsou popsány v níže uvedené tabulce.

<b>Dárce</b>	<b>0-</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	<b>0+</b>		<b>X</b>		<b>X</b>		<b>X</b>		<b>X</b>
	<b>B-</b>			<b>X</b>	<b>X</b>			<b>X</b>	<b>X</b>
	<b>B+</b>				<b>X</b>				<b>X</b>
	<b>A-</b>					<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	<b>A+</b>						<b>X</b>		<b>X</b>
	<b>AB-</b>							<b>X</b>	<b>X</b>
	<b>AB+</b>								<b>X</b>
<b>Kompatibilita KS</b>		<b>0-</b>	<b>0+</b>	<b>B-</b>	<b>B+</b>	<b>A-</b>	<b>A+</b>	<b>AB-</b>	<b>AB+</b>
		<b>Příjemce</b>							

Tab. 1 Kompatibilita KS

Jak je z tabulky viditelné, je příjemce – nositel skupiny AB+ schopen přijmout jakoukoli KS, proto je také často označován jako univerzální příjemce. Ovšem taktéž vidíme, že KS 0- je schopná dárcovství všem příjemcům, proto je její nositel označován jako univerzální dárce. [2]

### 2.3.2 Možnost transfuze plasmy

I u plasmy musíme zajistit kompatibilitu, ale není třeba zohledňovat Rh faktor. Kombinace je navíc přesně opačná od kombinace dárců krve.

<b>Dárce</b>	<b>0</b>	<b>X</b>			
	<b>B</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
	<b>A</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	
	<b>AB</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Kompatibilita P</b>		<b>0</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>AB</b>
		<b>Příjemce</b>			

Tab. 2 Kompatibilita plasmy

### 2.3.3 Krevní konzerva

V části výroby se setkáme s pojmem krevní konzerva. Jako krevní konzervu označujeme plastový vak, v němž jsou krevní části a plná krev uchovávány. Jedná se o uzavřenou soustavu, což nám přináší mnoho výhod. Nemusíme se bát kontaminace, protože odběr je prováděn za pomoci



jednorázových plastových vaků. Vaky jsou nerozbitné, a proto nemůže vzniknout poškození během manipulace, mražení, centrifugace a převozu. Odběrovou soustavu tvoří systém plastových vaků navzájem propojených hadičkami, které jsou použitelné jednorázově. Součástí je i plastový vak, ve kterém je produkt zpracováván a následně aplikován. Vaky máme jednoduché – na odběr plné krve, dvojvak – jeden odběrový a jeden satelitní vak pro přípravu erytrocytového koncentrátu a plasmy, trojvak – jeden odběrový a dva satelitní vaky a čtyřvak – jeden odběrový vak a tři satelitní vaky (erytrocyty, trombocyty a plasma).

Vaky musí být označeny. Dnes se standardně používá samolepící nálepka, která obsahuje název výrobku, číslo odběru, identifikační číslo dárce, krevní skupina a Rh faktor, datum odběru a expirace, výrobní číslo a název výrobce. V budoucnu by už mohly vaky obsahovat i RFID čipy.

### 3 Úvod do RFID technologie

Radio Frequency Identification, neboli radiofrekvenční identifikace je moderní technologie, při které je umožněn přenos a uložení dat pomocí vysokofrekvenčních vln. RFID má využití v mnoha odvětvích, kde vyžadujeme automatické bezkontaktní vyhledání, sledování a identifikaci osob a majetku v reálném čase. [6]

RFID je mnohdy považováno za nástupce čárových kódů, ale vzhledem k budoucímu vývoji se nepředpokládá jejich úplné nahrazení. V dnešní době dochází ke kombinaci obou technologií a existují tak tiskárny etiket, které již dokážou vytisknout čárový kód na etiketu a při tomto procesu zapsat informace do RFID čipu uvnitř etikety. Takto dochází k využití výhod obou technologií a eliminaci jejich nedostatků.

Pro zápis a přenos dat musí RFID sestava obsahovat tyto základní komponenty:

- **RFID čip (tag)**, který je umístěn v plastovém pouzdru různých tvarů a velikostí, spojený se spirálovou anténou sloužící ke komunikaci se snímačem.
- **Electronic Produkce Code (EPC)**, který nezaměnitelně identifikuje určitý tag.
- **Snímač obsahující anténu (RFID čtečka/reader)** určený pro vytvoření komunikace elektronického zařízení s tagem a čtení EPC. Tyto snímače nemají nijak omezenou podobu a můžeme se tedy setkat s čtečkami, které jsou mobilní a uživatel je může libovolně přenášet, nebo se setkáváme s čtečkami stacionárními v podobě RFID bran.
- **Software (middleware)**, který překládá a filtruje data pro informační systém. [6]

Poukázání výhod RFID nad čárovými kódy:

#### RFID

Snímání skrz různé materiály (dle frekvence)  
Možnost mnohačetného snímání  
Vzdálenost snímání 0 – 15 m  
Výrobní náklady závislé na aplikaci  
Možnost vyššího stupně automatizace  
Možnost aktualizace uložené informace

#### Čárový kód

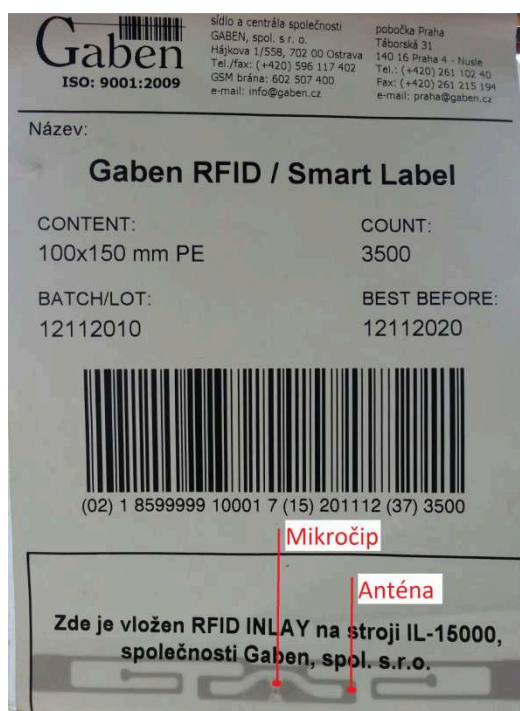
Nutná přímá viditelnost  
Čtení vždy jednoho kusu  
Vzdálenost snímání na 0 – 1 m  
Relativně nízké náklady  
Obtížná automatizace  
Aktualizace informace novým kódem

[8]

### 3.1 RFID čip

Hlavní komponent celé RFID technologie je RFID čip, který je označován jako tag. Jeho hlavní funkcí je uložení informace do jeho vnitřní paměti a poskytnutí této informace systému při čtení tagu.

Tag je tvořen mikročipem a anténou, která zabírá největší část RFID tagu (obr. 2). Pro zmenšení velikosti antény platí, že čím větší bude použitá frekvence, tím menší je anténa. Velikost a tvar antény není nijak omezován. Mikročip a anténa jsou zapouzdřeny do obalů, jejichž velikost a materiál je závislý na umístění nebo užití tagu. [11]



Obr. 2 Chytrá samolepka RFID od firmy GABEN

Formáty užitých tagů můžeme rozdělit do několika kategorií:

- **zabudované** - tyto tagy jsou již zapouzdřeny do speciálních obalů. Nejčastěji plastových, nebo gumových. Zvolený materiál a velikost pouzdra se vybírá podle umístění tagu.
- **vložené** - mikročip a anténa RFID tagu jsou připevněny k jejich podkladu.
- **lepící vložené** - tyto tagy jsou na zadní straně vybaveny lepící hmotou a lze je tak přilepit na libovolný předmět
- **samolepky** - tagy určené především k tisku v termo-transferových tiskárnách. [10]

### 3.1.1 Rozdělení tagů

- **Podle možnosti zápisu**

Read-only – všechna data jsou zapsána při výrobě zapsána do čipu. Tato data není možné již přepisovat.

WORM (writeonce read many) – po prvním zápisu data můžeme pouze číst.

R-W (read-write) – do této paměti je možné opakovaně data zapisovat a číst [8]

- **Podle zdroje energie**

Aktivní tagy – tyto tagy jsou vybaveny velmi malými zdroji energie. Výhoda je dobrý přenos informací na velkou vzdálenost. Ovšem pořizovací cena a životnost dělá tuto technologii nevýhodnou.

Pasivní tagy – napájení probíhá pomocí radiofrekvenčního signálu vysílače. Tyto tagy jsou menší, lehčí a levnější. Životnost není většinou omezena, ovšem vzdálenost přenosu dat je menší než u aktivního tagu. [8]

- **Podle operační frekvence**

Označení	Zkratka	Frekvence	Dosah	Informace
Nízká frekvence	NF	125-134 KHz	do 0,5 m	Malá rychlost čtení, vysoké výrobní náklady, snímání na kovu a přes kapalinu
Vysoká frekvence	VF	13,56 MHz	do 1 m	Dobrá rychlost čtení, obtížné čtení přes kapalinu
Velmi vysoká frekvence	UHF	860-930 MHz	do 3 m	Velká rychlost čtení, nelze číst přes kapalinu a špatné čtení z kovu
Mikrovlnná frekvence	MW	2,45 a 5,8 GHz	do 10 m	Čtení při extrémně vysokých rychlostech, velká cena tagu

Tab. 3 Rozdělení tagů dle operační frekvence [8]

Region	Frekvence [MHz]
Evropa, Afrika	865-869
USA, Kanada, Mexiko	902-928
Japonsko, Asie	950-956

Tab. 4 Frekvence UHF tagů dle regionů [7]

### 3.1.2 Porovnání pasivních a aktivních tagů

Aktivní RFID a pasivní RFID jsou zásadně odlišné technologie, které jsou často hodnoceny jako stejné. I když oba používají vysokofrekvenční energii pro komunikaci mezi tagem a čtečkou, způsob napájení tagů je jiný. Aktivní RFID používá interní zdroj napájení (baterie), který neustále napájí tag a jeho radiofrekvenční obvody, zatímco pasivní RFID je závislá na napájení, které je přivedeno vysokofrekvenční energií z RFID čtečky do tagu.

Pasivní RFID vyžaduje silnější vysokofrekvenční signál z čtečky a síla VF signálu vracející se z tagu je omezena na velmi nízkou úroveň. Aktivní RFID umožňuje vysílat z čtečky VF signály o nízké úrovni, které mají umožnit čtení a zápis v tagu. Jelikož tag nepotřebuje externí napájení, má signál vracející se do čtečky vysokou úroveň. Kromě toho je aktivní RFID tag trvale napájen energií, ať už v přítomnosti či nepřítomnosti čtečky. Aktivní tagy lze označit také jako "maják". Aktivní tagy mohou také obsahovat externí senzory pro monitorování teploty, vlhkosti vzduchu, pohyb a další situace. [9]

Z toho jak pracuje aktivní a pasivní tag lze říci, že cena aktivního tagu je mnohem vyšší, než cena pasivního.

	Aktivní tag	Pasivní tag
<b>Napájení</b>	Baterie	Žádné
<b>Požadovaná síla signálu</b>	Nízká	Vysoká
<b>Dosah</b>	Dlouhý (100m+)	Krátký (3m)
<b>Ukládání dat</b>	čtení/zápis (128kb)	čtení/zápis (128b)
<b>Velikost tagu</b>	Podle využití	Malé nálepky
<b>Oblast použití</b>	Velkoobjemové aktivity pohybující se v rámci vymezené oblasti ("cca čtyři zdi") v náhodných a dynamických systémech	Velkoobjemové aktivity pohybující se v omezeném prostoru.
<b>Využití</b>	Prodej a výroba aut Nemocnice - sledování majetku Stavebnictví, hornictví, laboratoře Vzdálený monitoring	Dodavatelské řetězce Velkoobjemová výroba Knihovny a knihkupectví Léčiva Identifikace (pasy, ID karty) Mýtné

Tab. 5 Porovnání aktivních a pasivních tagů [9]

### 3.3 RFID čtečka

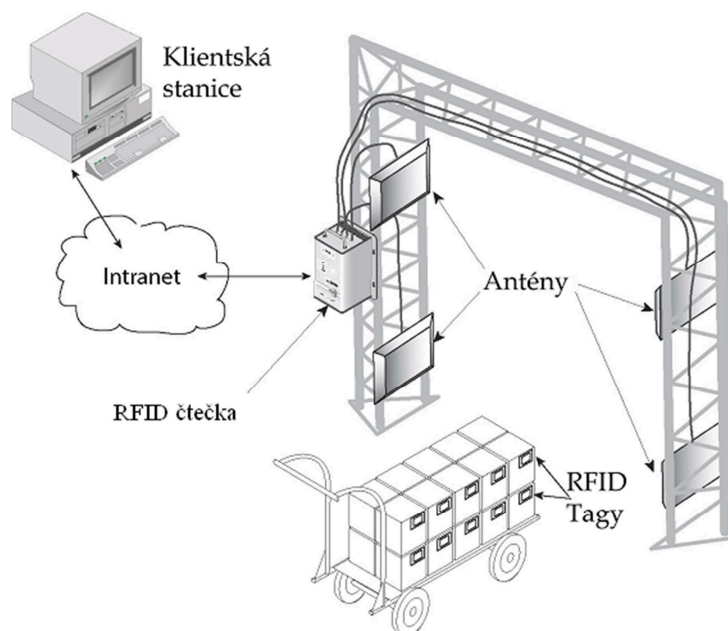
RFID čtečka neboli RFID reader má za úkol umožnit komunikaci mezi tagem a řídicím počítačem. Hlavním úkolem je dodat energii pasivnímu tagu, přečíst informaci na tagu, či případně zapsání informace.

**RFID čtečky jsou tvořeny ze tří částí:**

- Jedné nebo více antén, které mohou být integrované nebo externí.
- Rádiové rozhraní, které je zodpovědné za úpravu signálu. To znamená modulaci, demodulaci, přenos a příjem rádiového signálu. Je doporučeno mít oddělené cesty pro příjem a vysílání a to proto, aby nedošlo k rušení jednotlivých signálů.
- Hlavní je řídicí jednotka, která zajišťuje zpracování dat. [11]

**Zpravidla rozdělujeme čtečky na dva typy:**

**Stacionární** - jsou často označovány jako RFID brány. Většinou jsou vyráběny tak, aby byly vestavěné v předem stanoveném místě. Jako taková místa si můžeme představit třeba vjezd do skladu, vstup do místnosti, stůl výroby, apod. K řadě stacionárních RFID čteček je možné připojit více antén a tím zajistit lepší šíření signálu v prostoru. [11]



Obr. 3 Ukázka RFID brány [10]

**Mobilní** – u tohoto zařízení jsou všechny komponenty uloženy v jednom pouzdře a musí ho být možno držet v ruce. Často jej najdeme v provedení bez kabelu s dokovací stanicí nebo s kabelem přes sériové rozhraní, připojené k osobnímu PC. V obou případech dochází k přijímání nebo odesílání údajů. Setkáme se i se zařízením, které je kombinací čtečky čárového kódu a RFID tagu.



Obr. 4 Mobilní čtečky RFID tagu [11]

### 3.4 Vhodná RFID technologie pro KC

Pro krevní centrum FNO musíme vybrat vhodné prostředky pro čtení a zápis v podobě RFID. Je nutné nejdříve vytvořit informační systém, který bude plně kompatibilní se současným IS krevního centra. Dále je třeba zhodnotit jaké čtečky a tagy jsou vhodné pro práci v KC.

#### 3.4.1 Vhodné tagy

Pokud vybíráme tag podle frekvence, jsou pro KC nejvhodnější tagy s frekvencí 13,56 MHz, označované jako VF tagy, s čtecí vzdáleností do 1m a dobrou čtecí rychlostí. Mnohé výzkumy a již jinde zavedené systémy prokázaly, že tato frekvence nijak neovlivňuje obsah KK. Nižší frekvence (viz. tab. 3) není vhodná pro potřeby KC, jelikož je jejich rychlost pomalá a čtecí vzdálenost je do 0,5m. Vyšší frekvence zase mohou rozrušit molekuly vody, což vede ke zvýšení teploty, která by nám mohla poškodit obsah KK.

Jestliže budeme hodnotit tagy podle jejich typu a způsobu zápisu, je nejlepší volit tagy pasivní (kapitola 3.1.2). Náklady na jejich pořízení nejsou vysoké.

Pro krevní centrum by bylo vhodné zapisovat i jiné údaje, jako například teplotu konzervy. Ovšem tato možnost vyžaduje aktivní tagy s externími senzory. Tyto tagy jsou však finančně nákladné a je

třeba před jejich pořízením zhodnotit, zda je nezbytně nutné tyto tagy začlenit do provozu nebo zda bude lepší je používat jen na určitém místě, jako např. přepravní boxy pro KK.

Nejvhodnější způsob zápisu do tagu by jistě byl zápis WORM (kapitola 3.1.1), který by nám umožnil zapsat do tagu informace pouze jednou. Možnost, že z tagu pak budeme moci jenom číst, nám eliminuje možnost zápisu chybných informací nepovolanou osobou.

### **3.4.2 Vhodné čtečky**

V úseku výroby KC by bylo nejvhodnější použití tří druhů RFID čteček. Stolní, ruční a RFID brány.

Stolní čtečky jsou nejlepší variantou pro úsek výroby a to proto, že jejich pořizovací cena je velmi nízká, jsou malé, spolehlivé, provádí rychlý zápis a identifikaci produktu.

Ve skladech by bylo užívání drátových čteček nedostačující, pomalé a díky nízkým teplotám by mohlo dojít ke zničení těchto stabilních čteček, proto je vhodné využívat mobilní čtečky. V úseku výroby by se jednalo o sklad karantény (kapitola 7.2.17) a sklad zásilek (kapitola 7.2.18).

Poslední variantou vhodných čteček jsou RFID brány. Nesmíme zapomenout, že jsme zvolili pasivní tag, jehož frekvence je 13,56 MHz a čtení informací tak probíhá do jednoho metru. Musíme tedy tomuto faktu přizpůsobit konstrukční řešení bran. Je nutné taky provést následné testy, které prokážou, že tyto brány jsou schopné přečíst všechny KK, které projdou, jakožto i identifikaci pracovníka.



## **4 Analýzy**

Níže uvedené analýzy jsou využívány ke snadnějšímu porozumění a hlavně detailnějšímu pohledu na operace a data, které probíhají a vznikají ve výrobní části krevního centra. Jejich využitím dostaneme rychlý přehled o tom, jaké požadavky budeme klást systému při implementaci RFID technologie ve výše uvedeném

### **4.1 Procesní analýza**

Procesní analýza nám pomáhá nahlédnout do procesů, které vznikají při pracovní činnosti organizací, firem, pracovišť, aj. Pokud bychom chtěli popsat procesní analýzu jednodušeji, dá se říci, že se jedná o popsání, jak co funguje nebo jak něco probíhá.

Tím, že nějakou práci procesně analyzujeme, chceme většinou docílit lepšího pochopení probíhajících činností, aby mohlo dojít ke zlepšení efektivnosti procesů, vyloučení procesů zbytečných nebo se připravit na aplikaci nové technologie.

Výsledkem procesní analýzy je většinou jednoduché a přehledné grafické schéma procesů probíhajících uvnitř zkoumaného pracoviště.

### **4.2 Datová analýza**

Datové modelování je po procesní analýze druhým základním kamenem objektového modelování při efektivním nasazování informačních technologií. Cílem datového modelování a datových analýz je logický popis datových entit, který následně slouží k tvorbě fyzického databázového modelu. Výsledkem datové analýzy je optimální a klientovi srozumitelný logický datový model dané oblasti [13]

## 5 Jazyk UML

Jazyk UML, tedy Unified Modeling Language je jazyk, který vznikl kvůli nutnosti sjednocení metod pro modelování. Tedy vytvoření celosvětově universálního jazyka pro vizuální modelování. Modelovací jazyk UML, nyní využívaný UML 2.0, je souhrnem především grafických zápisů k vyjádření analytických a návrhových modelů. Je to jazyk, který umožňuje modelovat jednoduché i složité aplikace pomocí stejné syntaxe.

Je důležité vědět, že žádný diagram vzniklý pomocí tohoto jazyku nezachycuje navrhovaný systém jako celek, ale soustředí se vždy pouze na jeden pohled na systém. [12]

UML definuje zápis a význam v následujících oblastech

- USE CASE MODEL (model případů užití) – užívaný pro popis interakcí uživatele, tedy interakce mezi uživatelem a systémem.
- MODEL INTERAKCÍ NEBO KOMUNIKACÍ – popisuje, jak komunikují objekty v systému, aby vykonaly určitou práci.
- DYNAMIC MODEL (stavový nebo dynamický model) – popisuje stavy a podmínky jednotlivých tříd (prvky systému) při průběhu času.
- LOGICAL OR CLASS MODEL (logický model nebo model třídy) - popisuje jednotlivé třídy a objekty, jenž tvoří systém.
- COMPONENT MODEL (komponentní model) – nebo také fyzický model, který popisuje jednotlivé softwarové vybavení systému. V některých případech může být použit pro hardwarové vybavení systému.
- PHYSICAL DEPLOYMENT MODEL (fyzický model rozmístění) – popisuje fyzickou architekturu, rozmístění jednotlivých komponentů na této fyzické architektuře.

Jazyk UML 2.0 může být rozdělen podle jeho diagramů do dvou hlavních skupin:

- Diagramy pro modelování struktur
- Diagramy pro modelování chování

## 5.1 Diagramy pro modelování struktur

Tyto diagramy jsou vytvářeny pro modelování struktur definující neměnnou (statickou) architekturu modelu. Jsou využívány při popisů věcí, které vytvářejí model – objekty, třídy, rozhraní a fyzickou architekturu.

### 5.1.2 Diagram tříd

Zobrazuje statickou strukturu systému nebo jeho část a to pomocí třídy a vztahů, jenž mezi sebou jednotlivé třídy mají.

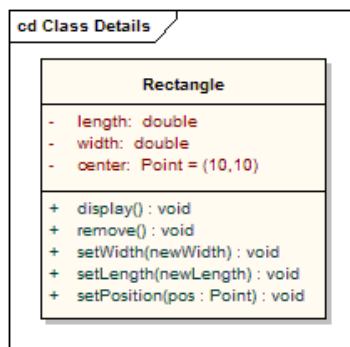
Využití:

- fáze analytická (konceptuální model)
- fáze návrhu (navržení atributů a jednotlivých operací)
- fáze uskutečnění (navrhování programu) budoucího systému

Jednotlivé prvky diagramů tříd:

**Třída:** definuje jednotlivé atributy a chování mezi jednotlivými objekty, které mohou vzniknout. Zápis probíhá pomocí obdélníku, ve kterém je uveden název třídy, atributů a chování. Pro definování viditelnosti jednotlivých prvků je užito speciálních znaků, a to před každým prvkem. [14]

- Public (+) - veřejný přístup, kterýkoli prvek systému může k těmto atributům nebo operacím, přistupovat bez oprávnění.
- Private (-) - soukromý přístup, k těmto atributů a operacím mají přístup pouze prvky vložené v dané třídě.
- Protected (#) - je podobný jako soukromý přístup, ale navíc je nutné prvek mít vložený v dané třídě a v jejích potomcích. [12]



Obr. 5 Zápis třídy [14]

**Rozhraní:** je to specifikace chování, kterého chce programátor dosáhnout. Zakreslení rozhraní může být podobné jako u třídy specifickými operacemi. Také může být zakresleno jako kruh bez specifikací. Pokud je rozhraní zakresleno právě takto, realizační spojení ke kruhu je zakresleno bez cílových šipek. [14]

**Tabulky:** označovány jako stereotypové třídy. Jejich atributy jsou označovány jako <<column>>. Velký počet tabulek obsahuje primární klíč, což je unikátní kombinace pro snadný přístup k jisté tabulce, označován jako <<PK>>. Tabulky taky obsahují klíče převzaté z jiných tabulek a takovéto klíče označujeme jako <<FK>>.

**Asociace:** označuje vztah, který mezi sebou jednotlivé prvky mají. Tato asociace může obsahovat na konci pojmenování role, omezení, kardinalitu a směr.

**Třídy asociace:** umožňují asociačnímu spojení, aby mělo atributy a operace.

**Zobecnění:** také označováno jako generalizace, je označení pro naznačení dědičnosti.

**Agregace:** pomocí agregací zobrazujeme prvky, jež jsou tvořeny z menších částí.

**Závislosti:** se užívá k modelování širokého rozsahu závislých vztahů mezi prvky modelu. Měla by se normálně použít v časně fázi procesu návrhu, kdy se ví, že zde existuje určitý typ spojení mezi dvěma elementy, ale je ještě brzo určit o jaký typ vztahu jde. [14]

**Stopy:** spojují prvky modelu nebo jejich množiny, které celým modelem vyjadřují stejnou ideu.

**Realizace:** zdrojový objekt zavádí nebo realizuje cíl určení.

**Vnoření:** je to konektor, který nám ukazuje, že zdrojový prvek je vnořen do prvku cílového.

## 5.2 Diagramy pro modelování chování

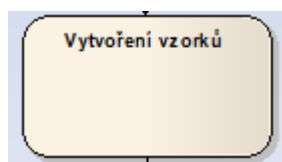
Pomocí diagramů, které modelují chování lze zobrazit různé interakce a přechodné stavy, které vznikají v čase. Díky tomu můžeme sledovat, jak se bude systém chovat v reálném prostředí a pozorovat účinky operace nebo události, a to i výsledků tohoto děje.

### 5.2.1 Diagram aktivit

Diagramy aktivit slouží k modelování procesů soubor aktivit a přechodů, které jsou mezi nimi. Zobrazují hlavně tok akcí od počátečního bodu do bodu koncového, přičemž detailněji popisují řadu rozhodovacích cest, které vznikají mezi jednotlivými událostmi při konání činností. U těchto diagramů klademe důraz na to, aby byly dostatečně přehledné, jelikož tyto modely jsou určeny zejména pro lidi se znalostmi obchodních procesů. [12,14]

Jednotlivé prvky diagram aktivit:

**Aktivita:** je specifikace parametrizované sekvence chování. Vyobrazená jako zaoblený obdélník obsahující všechny prvky činností.



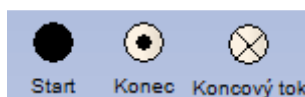
Obr. 6 Aktivita

**Akce:** označuje jeden krok uvnitř aktivity. Akce je zobrazována jako aktivita, jen menším obdélníkem.

**Omezení akce:** k akci je možno připojit i její omezení.

**Řídící tok:** ukazuje tok řízení z jedné akce na druhou. Tok je zobrazován pomocí černé šipky.

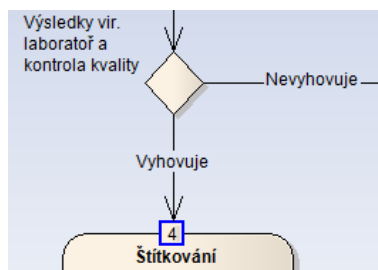
**Počáteční a koncový uzel:** označuje začátek a konec činností.



Obr. 7 Počáteční a koncové uzly

**Objekty a toky objektů:** Tok objektu označuje cestu, po níž mohou data a objekty procházet. Objekt je zobrazován jako obdélník.

**Rozhodovací, slučovací uzly:** Každý tok vycházející z rozhodujícího uzlu je opatřen podmínkou, které umožní vydat se na příslušnou akci ve chvíli, kdy je podmínka splněna.



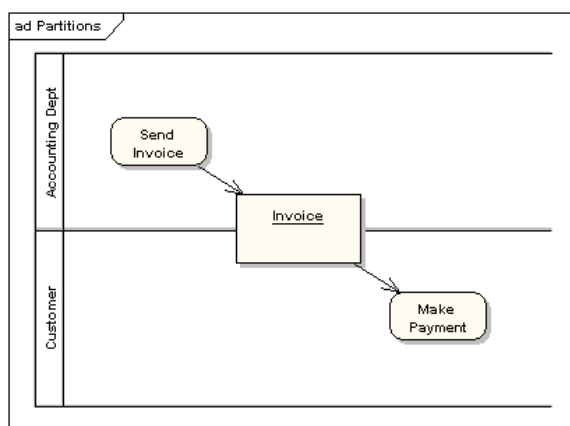
Obr. 8 Rozhodovací uzel

**Uzly paralelního rozvětvení, spojení:** jsou zobrazovány jako vertikální nebo horizontální černý trámek. Jedná se o začátek konec paralelního toku. U spojení je nutné mít všechny vstupující toky, aby došlo ke spojení. Jinak by se jednalo o slučovací uzel.

**Oblast rozšíření:** v této oblasti se vícekrát vykonávají strukturované aktivity. Klíčová slova jako iterative (opakovací), parallel (paralelní) nebo stream (proud) se zapisují do levého horního rohu oblasti.

**Oblast přerušitelné aktivity:** takto označuje oblast, ve které mohou být aktivity přerušeny. Zobrazujeme ji jako přerušovaný zaoblený obdélník.

**Oddíly:** používají se při oddělení činností uvnitř nějaké aktivity a zobrazujeme je jako vertikální nebo horizontální dráhu.



Obr. 9 Ukázka oddílu [14]

## 6 Krevní centrum

Krevní centrum patřící Fakultní nemocnici Ostrava je jedním z největších pracovišť, které se zabývá transfuzním lékařstvím a poskytuje transfuzní služby v České republice.

Jeho činností se pokrývají čtyři základní oblasti:

- dárčovství krve a jejích složek, dárčovství plasmy pro výrobu krevních derivátů, vyrábění transfuzních přípravků
- vyšetřování pomocí laboratorní diagnostiky
- ambulantní diagnosticko-léčebná péče
- vzdělávání a konzultace v oboru transfuzní medicíny [15]



Obr. 10 Fotografie budovy KC [15]

### 6.1 Druhy odběrů

#### Plná krev

Při tomto odběru se odebere dárci 470 ml krve, a to během 10 minut. Darovaný objem 470 ml, dárce doplní během několika hodin. Bílkoviny plasmy a krevní destičky se nahradí během několika dnů, erytrocyty neboli červené krvinky během 2 - 3 týdnů. Darování plné krve je omezeno na 4 odběry ročně pro muže a 3 odběry ročně pro ženy. Výjimečně se může toto číslo navýšit o jeden odběr pro obě pohlaví. [15]

## Plasma z aferézy

Tento odběr se provádí pomocí speciálních přístrojů, které mají možnost samy oddělovat plasmu od erytrocytů. Doba odběru je různá a pohybuje se od 45 do 90 minut a je možné provést více odběrů během roku, neboť tento typ odběru méně zatěžuje organismus dárce. Doplnění plasmy trvá 1 - 2 dny. Během odběru se do těla dárce navrací erytrocyty spolu s fyziologickým roztokem a protisrážlivým prostředkem. Maximální možný objem odebrané plasmy je 25 litrů ročně. [15]

## Krevní destičky

Tento odběr se provádí na speciálních přístrojích zvaných separátory a trvání tohoto odběru je cca 90 minut. Odebrané destičky se nahradí během 1-2 dnů, stejně jako destičky z odběru plné krve. Krevní destičky (samotné) se neodebírají často, ale jsou převážně připravovány pro konkrétního příjemce. Dárce je vyzván telefonicky, aby se dostavil na tento odběr s časovým předstihem. Podmínkou je dostatečný počet krevních destiček. [15]

### 6.1.1 Průběh darování

Postup dárce	Odhadovaný čas
Příchod, odložení věcí do šatny, vyplnění dotazníku	15 minut
Zaevidování dárce, registrace dárce, kontrola osobních údajů či jejich oprava	15 minut
Odběr vzorku krve pro laboratorní vyšetření	20 minut
Vyšetření - kontrola dotazníku a prohlídka vyšetřujícím lékařem	10 minut
Odběr krve	15 minut
Občerstvení	minimálně 15 minut
Pokladna - potvrzení odběru, poukázky, daně, cestovné, aj.	10 minut
<b>Maximální doba objednaného dárce</b>	<b>100 minut</b>

Tab. 6 Postup dárce při darování [15]

## 6.2 Podmínky dárce

Proto, aby mohlo být provedeno dárce, je nutné, aby byly dodrženy následující podmínky. Dárce musí být ve věku 18 - 65 let, váha nad 50 kg a hlavně dobrý zdravotní stav.



K odběru by neměl chodit nikdo, kdo se necítí plně zdrav. Při potížích jako je rýma, ztuhlost svalů, opar, pocit mrazení, může být organismus napaden virem, který v těle příjemce může vyvolat devastující onemocnění.

Doporučuje se před odběrem hodně pít a minimálně tři hodiny před odběrem nekouřit.

Každému dárci je provedeno lékařské vyšetření zahrnující změření tlaku, teploty a krevního vzorku pro krevní obraz. Krevní vzorek se pak podrobí důkladnější kontrole na HIV, žloutenku typu B a C, syfilis, protilátky v krvi, krevní obraz a hlavně na krevní skupinu. [15]

## **6.3 Externí zpracovatelé**

Hlavní náplní krevního centra je vytváření krevních konzerv, odběr plasmy a výroba krevních derivátů. Tyto produkty jsou využívány hlavně v Ostravě a jejím okolí. Krevní centrum také spolupracuje s externími zpracovateli, kterým poskytuje část odebrané plasmy. Hlavní zpracovatelé, kteří spolupracují s krevním centrem, jsou firmy Baxter a Grifols.

### **6.3.1 Firma Baxter**

Americká farmaceutická společnost, jejíž hlavní ústředí sídlí ve městě Deefrieldu ve státě Illinois je největší odběratel plasmy, která je získána v krevním centru. Tato firma klade velký důraz na kvalitu a bezpečnost plasmy, a proto není možné, aby Baxter přijímal plasmu od dárců, kteří darovali plasmu poprvé (prvodárce) a nemají tedy za sebou lékařské testy krevního centra. Proto odebírá plasmu jen od vybraných a ověřených dárců.

Hlavní náplní společnosti Baxter je tvorba léčiv, zdravotnických prostředků a biotechnologií a samozřejmě následný výzkum v těchto oblastech. [16]

### **6.3.2 Firma Grifols**

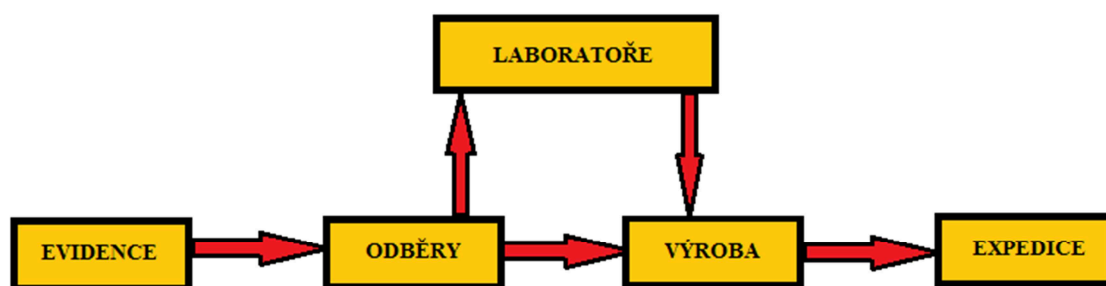
Španělská společnost zabývající se výrobou krevních derivátů, zpracováním krevní plasmy, prodejem krevních konzerv, prodejem léčiv a zdravotnické techniky. Tato firma přijímá i prvodárce, na rozdíl od firmy Baxter. Krevní centrum poskytuje této firmě deleukotizovanou plasmu. [17]

## 7 Analýza krevního centra

### 7.1 Rozdělení krevního centra

Krevní centrum je velmi rozsáhlé pracoviště, které obsahuje mnoho menších částí. Je proto důležité, abychom jsme krevní centrum rozdělili na menší úseky, které budeme následně zkoumat, abychom zjistili jaké procesy a data, vznikají při provádění činností jednotlivých částí.

Krevní centrum si můžeme pro lepší přehlednost rozdělit na evidenci, odběry, laboratoře, výrobu a expedici. Pro lepší představu, jak na sebe tyto jednotlivé části navazují, byl přiložen obrázek níže.



Obr. 11 Jednotlivé části krevního centra

#### Evidence

V úseku evidence probíhá zaevidování příchozích dárců krevního centra. Zde dárce vyplní dotazník a je podroben vyšetření lékařem, který zhodnotí stav dárce a rozhodne, zda je možné poslat dárce do dalšího úseku KC nebo je dárce odmítnut a poslán domů. Podmínky pro odběr jsou uvedeny v kapitole 6.2.

V tomto úseku se prověřují i výsledky minulých odběrů v informačním systému KC. Pokud je dárce po kontrole uznán jako schopný, je mu do karty přidělen typ a kód odběru.

#### Odběry

Každý dárce má vytvořen svůj vlastní kód, který slouží k jeho identifikaci. V úseku odběrů je pacientovi odebrán vzorek krve, který je ihned v systému zaveden pod číslem dárce, dále jen ID dárce. Ze vzorku je vytvořen krevní obraz, který je zkontrolován lékařem. Lékař podle krevního obrazu rozhodne, zda dárce je schopen odběru. Pokud ano je poslán do odběrové místnosti.

Dárce dorazí nejdříve do předodběrové místnosti, kde pracovník KC nalepí na vak etiketu s kódem, který byl v úseku evidence zapsán do karty dárce spolu s typem odběru. Dárce si musí umýt paže, nejlépe obě. V odběrové místnosti je pak odebrána plná krev nebo plasma.

## **Výroba**

V úseku výroby je odebraná krevní konzerva dále zpracovávána. Nachází se zde odpočívárna, D-prostor, místnost s mrazáky plasmy, štítkovací místnost, skladovací místnost. Hlavní místností je zde D-prostor, kde dochází ke zpracování krevních konzerv.

## **Laboratoře**

V laboratořích se vyšetřuje krev na HIV, žloutenku typu B a C, syfilis, protilátky v krvi, krevní obraz a hlavně na krevní skupinu. Všechny výsledky jsou ihned laborantem zapisovány do karty dárce v IS. Tyto výsledky jsou využívány dalšími úseky.

## **Expedice**

Expedice je posledním úsekem krevního centra. V expedici pracovníci KC kontrolují a přijímají krevní konzervy, ukládají je do skladů, přijímají žádanky z nemocnice a provádějí výdej požadované krve, plasmy a krevních derivátů.

## **7.2 Procesní a datová analýza úseku výroby**

V úseku výroby se hlavně setkáme s takzvaným D-prostorem. D-prostor je místnost, která má jinak řešenou vzduchotechniku a jsou v ní udržovány jiné hygienické podmínky než v ostatních částech KC. Pracovníci jsou povinni chodit v plášti, s rukavicemi a pokrývkou hlavy. Do D-prostoru všechny krevní konzervy vstupují přes speciální okno, ve kterém se nechá přepravka s KK a pracovník D-prostoru přepravku vyjme otevřením okna v D-prostoru.

Pro lepší sledování, kdy konzervy do D-prostoru vcházejí/vycházejí a identifikaci pracovníka, který je vložil/vyzvedl je možné do tohoto okna zabudovat RFID bránu, která do každého tagu KK запиše čas vložení/vyzvednutí z D-prostoru a ID pracovníka, který by s konzervami v tomto meziprostoru manipuloval. V diagramu aktivit je tato brána zakreslena jako červená přerušovaná čára s označením D-prostor.

Procesní analýza výrobní části krevního centra je uložena v **příloze I.** v podobě aktivity diagramů a datová analýza v **příloze II.**

## 7.2.1 Odpočinek

Z úseku odběrů jsou krevní konzervy převezeny pracovníkem k místnosti s názvem „odpočívárna“. Zde je přebírá pracovník z úseků výroby, zaveze je do místnosti, kde přivezené krevní konzervy označí kartičkou s časem, který označuje konec doby odpočinku konzerv. Konzervy v místnosti odpočívají po dobu 90 minut při pokojové teplotě (20°- 30°C).

Po době odpočinku pracovník přenesení všechny konzervy k okénku D-prostoru, kde jsou konzervy dále zpracovávány.

**Vzniklá data:** konečný čas odpočinku

### Řešení pomocí RFID

ID pracovníka, který přivezl konzervy, už je zaveden v IS z předchozího úseku, včetně ID KK, které přebral pro odvoz. Po příchodu do úseku výroby přenechá konzervy pracovníkovi výroby, který s konzervami projde čtecí RFID branou. Tím se zapíše ID pracovníka z jeho karty s RFID tagem, ID konzerv, na kterých je štítek s tagem a čas příchodu KK do IS. V místnosti přidá pracovník konzervám kartičku s časem konce odpočinku pro vizuální kontrolu. Po uběhnutí požadovaného času pracovník odveze konzervy do okénka D-prostoru (RFID brána), čímž dojde k zápisu času odchodu a toho, kdo konzervy odvezl.

**Vzniklá data:** ID pracovníka výroby (kdo převzal, kdo vyzvedl), ID konzerv, čas a datum, příchodu KK, čas odchodu KK

**Produkty využívající proces:** PK, PK deleukotizovaná



Obr. 12 Odpočívárna KC

### 7.2.2 Centrifugace

Toto je proces probíhající uvnitř D-prostoru poté, co produkt, který potřebuje centrifugaci, projde okénkem D-prostoru, kde si ho převezme pracovník D-prostoru. Ten načte před centrifugou JOUAN pomocí čárového kódu své ID a jednotlivá čísla krevních konzerv. Kvůli vyvážení centrifugy pracovník musí zvážit každou konzervu a pak jí následně vložit do zásobníku, do kterého se dají vložit dvě KK. Celkově má centrifuga 6 zásobníků, které je třeba vyvážit tak, aby zásobníky naproti sobě byly vždy stejně těžké. Pro přesné vyvážení je možné přidat do zásobníku závaží.

Po vyvážení pracovník spustí program pro plnou krev či její deriváty. Proces centrifugace trvá 15 minut.

**Vzniklá data:** datum, číslo ranu v daném dni, ID pracovníka, ID konzervy, ID přístroje, číslo programu přístroje, nastavení přístroje (otáčky, brzda, poloměr rotoru, celkový čas procesu, teplota prostředí)

#### Řešení pomocí RFID

Pomocí RFID by se nemuselo používat čtečky čárových kódů, ale užívala by se čtečka RFID která je rychlejší a spolehlivější. Využilo by se už toho, že centrifuga je napojena na IS a všechna data zapisuje do systému. Pracovník by měl jen tedy za úkol se pomocí ID karty přihlásit do systému a zapsat do IS všechny ID konzerv, které dovezl k centrifugaci.

**Vzniklá data:** datum, číslo ranu v daném dni, ID pracovníka, ID konzervy, ID přístroje, číslo programu přístroje, nastavení přístroje (otáčky, brzda, poloměr rotoru, celkový čas procesu, teplota prostředí). Postup a data zůstávají stejné.

**Produkty využívající proces:** PK, PK delev., P, BC, ERDP, EAR, EAD, gelový vzorek pro externí zpracovatele, KRYOS, RPK

### 7.2.3 Filtrace

U některých produktů potřebujeme, aby byly výrazně zredukovány leukocyty. Při tomto požadavku pracovník D-prostoru vezme KK, kterou zavěsí na hák. Obsah konzervy přeteče přes filtr, který zredukuje velké množství leukocytů. Filtr je vždy použit jednorázově.

**Vzniklá data:** v dosavadním postupu žádná data nevznikají

### **Řešení pomocí RFID**

Pomocí své karty a čtečky RFID se načte do IS. Pak čtečkou naskenuje ID konzervy, kterou zavěsí na hák.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, ID konzervy

**Produkty využívající proces:** PK, PD, BC, EAR, EAD, ERD

U TAD dochází k filtraci přímo typem odběru. Tato filtrace však patří do úseku odběrů a tudíž postup není stejný. Tento produkt je v procesu filtrace uváděn jen proto, aby se vědělo, že i u něj dochází k filtraci, ale na jiném úseku.

## **7.2.4 Separace**

Tento proces následuje po procesu centrifugace (7.2.2). Pracovník D-prostoru načte své ID a ID krevní konzervy. Konzervu umístí do separátoru Compomat a zvolí program separace. Pomocí separace je krev rozdělena do dvou konzerv. Konzerva s plasmou (P), erytrocyty bez buffy-coaturesuspendované (EBR) a buffycoat, který však zůstává v původním vaku. Všechny tyto konzervy přístroj Compomat zváží a hodnoty zapíše do IS.

**Vzniklá data:** ID pracovníka, ID konzerv, číslo programu, váha jednotlivých konzerv

### **Řešení pomocí RFID**

Pracovník načte ID konzervy, ID Compomatu, ID krevních konzerv určených k separaci a nakonec své ID. Krevní konzervu vloží do Compomatu, který provede separaci podle zvoleného programu. Přístroj po separaci nakonec nové konzervy zváží. Zde by pracovník pomocí čtečky načetl nová čísla konzerv a údaje o konzervě by zapsal do IS. Poté by vytiskl etikety s RFID tagy, které by přilepil na nové konzervy, aby tak v dalších operacích konzervy měly svá označení a bylo možné s nimi dále pracovat.

**Vzniklá data:** datum, čas, ID pracovníka, ID konzervy, ID nových konzerv, váha jednotlivých konzerv

**Produkty využívající proces:** EBR, EDR, P, PD BC, PK



Obr. 13 Přístroje Compomat s váhami pro separaci

### 7.2.5 Vytvoření vzorků

Proces uvnitř D-prostoru. K tomuto procesu dochází vždy, když je požadováno následné vyšetření produktu. Pracovník odebere vzorek z KK do navařeného váčku pro zpětnou kontrolu, pro kontrolu kvality, kontrolu sterility krve nebo validaci. Pracovník poté KK zváží a nová váha se automaticky zapíše do IS. Pracovník ručně zapíše do IS požadavek na vyšetření.

**Vzniklá data:** ID konzervy, nová etiketa vzorku (ID konzervy), nová váha, cílové vyšetření

#### Řešení pomocí RFID

Pracovník načte své ID a ID konzervy, ze které budeme odebírat vzorek. Po vytvoření vzorku pracovník vytiskne na RFID tiskárně nový štítek s ID krevní konzervy a váček jím polepí. Původní konzerva se zváží a nová gramáž je automaticky z váhy zapsána do IS. Do systému ještě pracovník zapíše požadavek na vyšetření, aby vzorek byl odeslán na určitou laboratoř.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, ID konzervy, RFID štítek (s ID konzervy), nová váha, cílové vyšetření

**Produkty využívající proces:** EBR, BC, PA, EAD, EAR, GA, KRYOS, ERD, RPK, TAD

### 7.2.6 Vytvoření segmentů

Pracovník vytváří jednotlivé segmenty pomocí svářečky. Zde opětovně nedochází ke vzniku dat a možnému využití RFID.

**Produkty využívající proces:** EBR

### 7.2.7 Smíchání obsahu vaků

Toto je proces uvnitř D-prostoru, kde dochází ke smíšení různých krevních produktů, aby se docílilo vytvoření RPK nebo KRYOS. U jiných produktů nedochází ke smíchání obsahu vaků. Pracovník zavěsí na háky PD po karanténě a ERD u kterých načtl jejich ID. Ty nechá stéci do nového vaku a díky tomu nám vznikne RPK. Pracovník potom zapíše do IS nové číslo konzervy a odešle k novému oštitkování.

**Vzniklá data:** ID konzervy ERD a PD, ID nové konzervy

#### Řešení pomocí RFID

Pracovník načte své ID, ID konzerv a ID nové (prázdné konzervy). ERD a PD konzervu zavěsí na hák a nechá je přetéci do nové konzervy. Díky předchozí centrifugaci ERD a PD je RPK bez velkého množství leukocytů. Poté vytiskne nový RFID štítek a polepí jím novou konzervu.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, ID původních konzerv, ID nové konzervy

**Produkty využívající proces:** RPK, BC, KRYOS

### 7.2.8 Rozplnění

Při tomto procesu pracovník D–prostoru načte číslo KK, kterou zavěsí na hák a nechá přetéct samospádem do nových menších konzerv, jejichž čísla označují číslo porce (01,02,03,04) a jsou připsána k původnímu ID konzervy. Vzniklé menší konzervy jsou poté zváženy a jejich váha je zapsána do IS.

**Vzniklá data:** ID konzervy, ID nových konzerv (01,02,03,04 + původní ID konzervy), váha nových konzerv



### **Řešení pomocí RFID:**

Pracovník načte své ID a ID konzervy, která se bude rozplňovat. Konzervu nechá přetéct do nových vaků. Nové konzervy mají již v IS napsáno nové ID, které pracovník načte a do systému napíše váhu jednotlivých konzerv.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, ID konzervy, ID nových konzerv (01,02,03,04 + původní ID konzervy), váha nových konzerv

**Produkty využívající proces:** ERD, PA

## **7.2.9 Promytí**

Je to proces, kdy pracovník D-prostoru vezme konzervu ERD a přidá do ní fyziologický roztok. Konzervu zavěsí a nechá přetéct samospádem. Tento proces plus proces centrifugace se následně opakuje 2x až 3x. Po centrifugaci se odpustí fyziologický roztok a celý cyklus se opakuje.

**Vzniklá data:** v dosavadním postupu žádná data nevznikají.

### **Řešení pomocí RFID**

Pracovník načte své ID a ID konzervy pomocí čtečky. Konzervu promyje postupem uvedeným výše. Po skončení procesu promytí dá pročištěnou konzervu do okénka D-prostoru k dalšímu zpracování.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, ID konzervy

**Produkty využívající proces:** ERDP

## **7.2.10 Vážení**

V tomto procesu pracovník D-prostoru váží jednotlivé konzervy, které načte pomocí čárového kódu. Váha automaticky zapisuje do IS výslednou váhu vážené konzervy.

**Vzniklá data:** ID konzervy, váha konzervy

### Řešení pomocí RFID

Pracovník D-prostoru pomocí karty načte své ID a tím se přihlásí do systému. Potom načte z tagu konzervy její ID, díky níž se informace o konzervě načte z IS a nakonec načte tag váhy. Po vložení konzervy na váhu se automaticky zapíše hodnota gramáže do systému pod uvedeným ID krevní konzervy, protože váha je napojena rovnou na IS KC.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, ID konzervy, ID váhy, nová váha

**Produkty využívající proces:** P, PD, PA, KRYOS

### 7.2.11 Třepačka

Tento proces využívá jenom buffycoat získaný ze separace plné krve a musí na něj být vydán požadavek z expedice, jinak se BC posílá automaticky do spalovny.

Pracovník výroby přinese konzervu zpracovanou v D-prostoru a uloží jí na třepačku. V třepačce konzerva setrvá po dobu 24hodin. Po uplynutí této doby se konzervy odnesou na další zpracování.

**Vzniklá data:** v dosavadním procesu žádná data nevznikají

### Řešení pomocí RFID

Pracovník přinese konzervy BC k třepačkám (obr. 14). Načte své ID pomocí karty a pak pomocí čtečky načte ID jednotlivých konzerv. Do IS se tak zapíše, kdo a kdy dal konzervy na třepačku a o jaké konzervy se jedná.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, ID konzervy

**Produkty využívající proces:** BC



Obr. 14 Třepačka

## 7.2.12 Mezisklad

Proces meziskladu můžeme rozdělit na mezisklad - mrazák, nebo mezisklad - komorová lednice. Toto rozdělení je určeno tím, jaký produkt má být do meziskladu uložen.

V případě EBR pracovník převezme konzervy z okénka D-prostoru a umístí je do komorové lednice. V případě plasmy pro klinické využití, pracovník po zamrazení konzerv je umístí do mrazáku s lístečkem, na kterém je datum odběru. V obou místech musí konzervy setrvat pod označením „nepropuštěno“, dokud nejsou hotové krevní výsledky, a to nejčastěji do druhého dne. Celková doba uložení v meziskladu jen 24 až 48 hodin. Po té jsou konzervy odvezeny na další zpracování.

**Vzniklá data:** v dosavadním procesu žádná data nevznikají.

### Řešení pomocí RFID

Pracovník odebere z okénka D-prostoru EBR konzervy a projede RFID branou do komorové lednice. Po průchodu branou se zapíše do systému ID pracovníka, čas a datum a hlavně ID konzerv. U plasmy vzniká rozdíl pouze v tom, že zmrazená plasma se skladuje v mrazáku.

**Vzniklá data:** čas a datum (uložení a výběr), ID pracovníka, ID konzerv

**Produkty využívající proces:** EBR, P, PD, PA

## 7.2.13 Štítkování

V tomto procesu si pracovník doveze konzervy, které je možno oštítkovat, a to buď z D-prostoru, meziskladu-mrazák nebo mezisklad-komorová lednice. Pracovník je již v IS přihlášen a pomocí čárového kódu načítá jednotlivé konzervy. V systému se mu objeví výsledky krevních testů a podle toho informace, zda je konzerva „pozdržena“, „propuštěna“ nebo určena k likvidaci „zničit“. Pracovník podle této informace vytiskne štítek, který přilepí na konzervu. Konzervy pak putují podle štítku buď dále na expedici, spalovnu, do karantény nebo se vrátí do meziskladu a počká se na výsledek testů.

Plasma pro klinické využití se po propuštění odešle do skladu, kde je 6 měsíců v „karanténě“ a pokud jsou výsledky dárce po následujícím odběru uspokojivé, je plasma propuštěna na expedici. Pokud dárce již nedorazil, plasma bývá po 6 měsících předána externímu zpracovateli. Pokud není konzerva plasmy propuštěna 36 měsíců, je poslána k likvidaci do spalovny.

Plasma pro externího zpracovatele je odeslána k zabalení ihned po štítkování a zásilka je pak uložena ve skladu pro zpracovatele.

Ostatní produkty jsou po „propuštění“ ze štítkování odvezeny výtahem na expedici. Pokud produkty neprošly, jsou posílány k likvidaci do spalovny.

**Vzniklá data:** ID pracovníka, ID konzervy, výsledky z laboratoří (propuštěno, pozdržet, zničit)

**Řešení pomocí RFID:** Pracovník načte čtečkou své ID. Čtečkou čte jednotlivé ID konzerv a kontroluje výsledky laboratoří. Podle výsledku konzervy oštítkuje a odešle je na příslušná místa podle výsledku laboratoře.

Při použití RFID by bylo možné štítkovat plasmu ještě za tepla, což by bylo vhodné pro lepší manipulaci s konzervou, ale je nutné provést testování, zda RFID tagy vydrží funkční po zmrazení na teplotu  $-70^{\circ}$  až  $-80^{\circ}\text{C}$ . Při tvorbě UML diagramu se počítalo s možností, že tagy tyto teploty vydrží.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, ID konzervy, výsledky z laboratoří (propuštěno, pozdržet, zničit)

**Produkty využívající proces:** Všechny produkty, které vyrábí a zpracovává krevní centrum, musí být oštítkovány!



Obr. 15 Kontrola výsledků laboratoře a štítkování plasmy

### 7.2.14 Zamrazení

Při tomto procesu pracovník výroby zaveze plasmu a její vzorky do místnosti, ve které se nacházejí mrazáky, takzvané freezery (obr. 16). Zde načte pracovník své ID, ID mrazáku, ID krevní konzervy a čas vložení, který se do systému zavádí pomocí kódů vylepených na mrazácích. Potom vloží konzervy do mrazáku, kde se při teplotě  $-70^{\circ}$  až  $-80^{\circ}\text{C}$  zmrazí. Zde jsou konzervy uloženy po dobu

60 minut. Po ukončení procesu zamrazení se načte čas konce mražení (čárový kód), ID pracovníka a ještě jednou číslo mrazáku.

Mrazí se i vzorky pro externí zpracovatele. Vzorek pro firmu Baxter se mrazí zvlášť a při procesu kompletace zásilky (7.2.10) se vloží vzorky k příslušným konzervám. Vzorek pro firmu Grifols je připevněn ke konzervě a s ní je taky zamražen.

Po zamrazení jsou produkty skladovány do meziskladu – mrazák (7.2.7).

**Vzniklá data:** ID pracovníka (vložil, vyndal), ID mrazáku, ID konzervy, čas vložení a vyndání konzerv

**Řešení pomocí RFID:** Pracovník donese konzervy do místnosti s mrazáky. Zde načte pomocí čtečky ID mrazáku, krevní konzervy a nakonec své ID. Konzervy jsou v mrazácích po dobu 60 minut. Proces načtení údajů se znovu opakuje s pracovníkem, který vyndal konzervy z mrazáku.

**Vzniklá data:** čas a datum (vložení a vyndání) konzerv, ID pracovníka (vložil, vyndal), ID mrazáku, ID konzerv

**Produkty využívající proces:** Kryos (K-plasma), P, PA, PD, gel. vzorek pro zpracovatele



Obr. 16 Mrazák pro zamrazení plasmy a vzorků

### 7.2.15 Kompletace zásilek

Kompletace zásilky je proces, který probíhá při přípravě plasmy a jejího vzorku na převoz k externímu zpracovateli.

Externí zpracovatel již má vybráno, od kterého dárce bude přijímat plasmu na základě požadavků předložených krevnímu centru a tento fakt je zaveden v IS, takže plasma určeného dárce je vždy automaticky zpracovávána tak, aby došlo k jejímu odeslání zpracovateli. Do zásilek se balí i plasma, u které dárce nedorazil na další odběry. Tuto plasmu však přijímá jen firma Grifols.

Pracovník má připravené konzervy s plasmou, které prošly laboratorními testy a jejich vzorky. Pomocí čárového kódu pracovník načte ID konzervy, ID vzorku, ID krabice, číslo zásilky a název zpracovatele.

Vzorky se balí zvlášť do předem připravených krabiček, která se pak vloží k naskládání plasmě. Krabice je po tomto úkonu zabalena a odeslána do skladu zásilek, kde si je zpracovatel vyzvedne. Množství zabalené plasmy je dáno požadavkem zpracovatele tak jako doba vyzvednutí.

**Vzniklá data:** ID pracovníka, ID konzerv, ID krabice, číslo zásilky, název zpracovatele.

### Řešení pomocí RFID

Pracovník načte své ID. Dále načítá ID konzerv a vzorků dokud nenaplní krabici na požadované množství plasmy. Poté, co krabici zabalí, zapíše do IS číslo zásilky a název zpracovatele. Nakonec vytiskne štítek s RFID tagem a přilepí ho na krabici. U tohoto štítku je třeba zvážit, zda by tato tiskárna netiskla štítky s tagem, který bude pracovat na frekvenci brány umístěné před skladem zásilek, aby docházelo jen k načítání ID krabice vstupující do tohoto skladu bez toho, aby se načítal také obsah těchto krabic (ID konzerv). Zabalenou a polepenou krabici pracovník potom odešle do skladu zásilek.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, ID konzerv, ID krabice, číslo zásilky, název zpracovatele

**Produkty využívající proces:** P, PA, PD



Obr. 17 Kompletace balení pomocí čárových kódů

### 7.2.16 Expedice

Všechny výrobky pro klinické použití je nutné odeslat do úseku expedice, kde jsou výrobky poskytovány nemocničním oddělením na jejich vyžádání.

Pracovník výroby vezme připravené výrobky a odveze je do výtahu, který je spojen s úsekem expedice. Tam si již výrobky přebírá pracovník expedice k dalšímu zpracování.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, kdy byly KK přijaté na expedici

#### Řešení pomocí RFID

Pracovník převezve výrobky do výtahu. Před výtahem by byla umístěna brána, která hromadně načte ID výrobků směřujících do expedice a taky ID pracovníka, který je do výtahu vložil. V úseku expedice by pak byla brána, která by načetla stejné údaje už pro úsek expedice. Tyto data by byla automaticky zapsána do IS.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka (uložení a výběr), ID konzervy

**Produkty využívající proces:** všechny produkty

### 7.2.17 Spalovna

Spalovna se nenachází v krevním centru. Z tohoto důvodu nelze dosavadní postup popsat, ale můžeme navrhnout přibližný postup po zavedení RFID technologie.

#### Řešení pomocí RFID

V místě, kde dochází k převozu krve a krevních derivátů směrem ke spalovně ve FN, by se umístila RFID brána, která by zapsala do informačního systému čas a datum, ID pracovníka, který konzervy převáží a ID konzerv určených k likvidaci.

**Vzniklá data:** čas, datum, ID pracovníka, ID konzervy

**Produkty využívající proces:** všechny produkty určené k likvidaci

## 7.2.18 Sklad karanténa

Tento sklad je určen výhradně pro konzervy, které jsou určeny ke klinickému využití. Pracovník se musí teple obléci, neboť ve skladu se teplota pohybuje kolem  $-34^{\circ}\text{C}$ , poté načte své ID a poté načítá ID konzerv, které jsou umístěny v papírových krabičkách pro lepší uskladnění. Tyto krabičky nesoucí jsou ukládány do šuplíků s vlastním identifikačním kódem. Pracovník tedy načte ID konzervy a ID šuplíku, čímž dojde k zapsání obou údajů do IS.

Konzervy jsou zde uloženy minimálně po dobu 6 měsíců, kdy čekají na další odběr dárce. Pokud dárce dojde na další odběr a jsou jeho testy v pořádku, je konzerva označena v IS jako „propuštěno“. Pracovník pak tuto konzervu nechá odeslat do expedičního mrazáku. Musí však načíst znovu své ID, ID konzervy a ID šuplíku, aby došlo v IS k zápisu času odebrání konzervy a identifikaci zaměstnance, který jí odeslal na expedici.

Pokud dárce nedorazí, je konzerva nabídnuta externím zpracovatelům, nebo pokud je konzerva v karanténě 36 měsíců, je odeslána automaticky do spalovny, kde dojde k její likvidaci.

**Vzniklá data:** čas a datum (uložení, výběr), ID pracovníka, ID konzervy, ID šuplíku

### Řešení pomocí RFID

Postup je prakticky neměnný. Nevznikají nová data nebo nový postup. Vše je jen realizováno pomocí RFID čtečky a tagu na konzervě, kartě pracovníka a tagu na šuplíku ve skladu. Znovu dochází k automatickému zápisu do IS.

**Produkty využívající proces:** P, PD, PA



Obr. 18 Uložení karanténní plasmy ve skladu



## 7.2.19 Sklad zásilek

Tento sklad je určen pro krabice obsahující zabalenou plasmu pro firmu Baxter a Grifols. Pracovník přiveze krabice určené pro firmy ke skladu. Pracovník se zde musí taky obléci do teplého oblečení, neboť jako u skladu karantény, je ve skladu zásilek nízká teplota (cca -34°C). Po té načte své ID. Před vložením krabic načítá ID krabice do IS a pak je uvnitř skladu uloží.

Krabice jsou zde uskladněny, dokud nepřijede transportní vozidlo z dané firmy. Po příjezdu vozidla z firmy, pracovník vyplní formuláře o převodu zásilek a načte jejich ID, aby došlo k zápisu převzetí zásilky firmou do IS.

**Vzniklá data:** čas a datum (uložení, výběr), ID pracovníka, ID krabice, číslo zásilky

### Řešení pomocí RFID

Pracovník se teple obleče a s naloženými zásilkami projde RFID branou, která bude umístěna před vstupem do skladu. Tím dojde k zapsání času a data vložení zásilek, ID pracovníka a ID krabic do IS.

Po příjezdu vozidla firmy, pracovník KC vstoupí do skladu a připraví krabice určené k odeslání. Krabice vyveze ze skladu, čímž dojde k opětovnému průchodu RFID branou, která zapíše čas a datum výběru, ID pracovníka a ID krabic, které předá kurýrovi firmy. Všechny tyto údaje jsou automaticky zapsány RFID branou do IS.

V případě ukládání zásilek je třeba zamezit hromadnému čtení všech konzerv uvnitř krabice, aby nedocházelo k zápisu velkého množství identifikací, které jsou v tomto případě nežádoucí. Stačí načíst jenom ID krabic, které vstupují a vystupují ze skladu. K eliminaci by mohla být brána nastavená na jinou frekvenci než brány ostatní, spolu s frekvencí RFID tagu uvnitř štítku. Druhou možností je balit plasmu pro zpracovatele do stíněných krabic.

Je také nutné provést testy tagů, aby se zjistilo, jak moc budou teploty skladu ovlivňovat jejich čtení. Je možné, že některé tagy nebudou díky nízkým teplotám čitelné ani po opakovaném pokusu.

**Vzniklá data:** čas a datum (uložení, výběr), ID pracovníka, ID krabice, číslo zásilky

**Produkty využívající proces:** P, PD, PA



Obr. 19 Uložení zásilek pro externí zpracovatele

## 8 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo provést analýzu úseku výroby krevního centra FNO pro možné zavedení RFID technologie. Tato analýza zahrnovala zápis dosavadních operací a dat vznikajících v úseku výroby, kde dochází ke zpracování plné krve, krevních složek a také zahrnutí procesů a dat vznikajících ve skladu pro zpracovatele.

Textový popis těchto procesů je pro pozorovatele, který nemá zkušenosti s KC, obtížně pochopitelný. Využitím programu Enterprise Architect byly vytvořeny pomocí jazyku UML diagramy, které zpřehledňují probíhající procesy v úseku výroby, a v kombinaci s textovým popisem pozorovatel snadno získá představu o výrobní části KC.

Zavedení RFID technologie do krevního centra by zajistilo zrychlení provozu KC a výrazně doplnilo technologii čárových kódů a v některých místech ji úplně nahradilo. Je třeba si uvědomit, že dokud nebude RFID v rámci transfuzní služby plně využívána je nutné, aby se využívalo kombinací obou technologií.

Jedna z výhod nové technologie je určitě zrychlení práce. Například hromadné ukládání konzerv do místností by se obešlo bez načítání jednotlivých konzerv, protože průchodem přes RFID bránu by došlo k jejich hromadnému zápisu. Dále jsme schopni získat celkový přehled o historii konzervy v KC. Díky této historii můžeme určit efektivnost či vytíženost pracoviště, procesů nebo zaměstnance. Taktéž inventury by probíhaly mnohem rychleji než doposud. Výhod je samozřejmě mnohem více.

Ovšem zavedení RFID technologie má i své nevýhody. Technologie je pro KC nákladná na zavedení a následný provoz. Bylo by také nutné zavést nový systém, který bude plně kompatibilní s fungujícím IS, protože při přechodu na RFID musíme využívat kombinace obou technologií, aby nebyl nijak omezen provoz KC. Taktéž vzniká nutnost odzkoušet možnosti tagů a čtecích zařízení v provozu KC. Například jak se budou tagy chovat při zamrazení konzervy nebo uskladnění ve velkém chladu, kde mohou vznikat chyby při čtení z tagu.

Taky samotná frekvence 13,56 MHz, která je vhodná pro provoz v krevním centru (tab. 3), má problém při čtení přes kapaliny. Jelikož krev a její deriváty jsou vlastně kapaliny, vzniká tak možnost chybného čtení z tagu.

I přes tyto problémy je RFID vhodné a zajímavé řešení pro zavedení do KC Ostrava. Na světě je již několik krevních center, které tuto technologii v kombinaci s čárovými kódy mají a vykazují dobré výsledky. Například centra v Malajsii, Rakousku, Itálii atd.

## Zdroje

- [1] *Moje krev* [online]. [cit. 2014-03-31]. Dostupné z: <http://www.moje-krev.cz/>
- [2] Krevní skupiny. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Krevn%C3%AD\\_skupiny](http://cs.wikipedia.org/wiki/Krevn%C3%AD_skupiny)
- [3] Krevní transfúze. [online]. [cit. 2014-03-31]. Dostupné z: [http://www.wikiskripta.eu/index.php/Krevn%C3%AD\\_transfuze](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Krevn%C3%AD_transfuze)
- [4] ČERNOHORSKÁ, Vendula. *Použití technologie RFID v provozu transfúzní stanice FN Ostrava*. Ostrava, 2011. Diplomová práce. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra měřicí a řídicí techniky.
- [5] KELNAROVÁ, Jarmila. *Ošetrovatelství pro střední zdravotnické školy - 2. ročník*. 1. vyd. Praha, 2009, 228 s. ISBN 978-802-4731-063
- [6] RFID technologie a systémy. [online]. Dostupné z: <http://www.barco.cz/?id=produkty&sel=15>
- [7] RFID portál. [online]. Dostupné z: <http://www.rfidportal.cz>
- [8] RFID. [online]. Dostupné z: <http://www.eprin.cz/rfid-technologie.html>
- [9] Aktivní a pasivní RFID tagy. [online]. Dostupné z: <http://www.atlasrfid.com/Technology/ActivevsPassive.aspx>
- [10] Jak pracuje RFID. [online]. Dostupné z: <http://www.combitrading.cz/technologie/jak-pracuje-rfid.html>
- [11] SOMMEROVÁ, Martina. Základy RFID technologií. In: *rfid.vsb.cz* [online]. Dostupné z: [http://rfid.vsb.cz/export/sites/rfid/cs/informace/RFID\\_pro\\_Logistickou\\_akademii.pdf](http://rfid.vsb.cz/export/sites/rfid/cs/informace/RFID_pro_Logistickou_akademii.pdf)
- [12] KANISOVÁ, Hana a Miroslav MÜLLER. *UML srozumitelně*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2006, 176 s. ISBN 978-80-251-1083-6
- [13] Analýzy. In: [online]. [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: <http://www.softdec.cz/services/analyzy-1>
- [14] UML Tutorial. SPARX SYSTEM. [online]. [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: [http://www.sparxsystems.com/resources/uml2\\_tutorial/](http://www.sparxsystems.com/resources/uml2_tutorial/)
- [15] Krevní centrum FN sPO [online]. Dostupné z: <http://www.fno.cz/krevni-centrum/o-krevnim-centru>

[16] Firma Baxter [online]. Dostupné z: <http://www.baxter.cz/>

[17] Firma Grifols [online]. Dostupné z: <http://www.grifols.com/en/web/international/home>

## **Seznam příloh**

- I. Aktivita diagramy výrobní části krevního centra
- II. Seznam čtecích zařízení RFID
- III. Datová analýza výrobní části
- IV. Aktivita diagramy - HTML
- V. Aktivita diagramy - Enterprise Architect